

Neue Fundstellen allodapischer Kalke in der Unterkreide der Thierseemulde (Nördliche Kalkalpen, Tirol)

Von JOACHIM HARLOFF*)

Mit 6 Abbildungen und 1 Tafel

Kurzfassung

Allodapische Kalke mit Urgon-Faunenelementen werden neu vom Fürschlacht-Bach und der Erzherzog-Johann-Klausen sowie von der bekannten Lokalität Glemm-Bach (HAGN 1982) vorgestellt. Alle drei Lokalitäten liegen im mittleren Abschnitt der Thierseemulde. Die Fluxoturbidite (HAGN 1982) haben Barrème- und Apt-Alter. Sedimentologie und Mikrofazies werden beschrieben und gedeutet.

Für Gesteine des kalkalpinen Barrème und unteren Apt in der Ausbildung der Thiersee-Fazies (WEIDICH 1987: 54) wird der Name „Thiersee-Schichten“ vorgeschlagen.

Abstract

Allodapic limestones with faunal elements of an Urgon-Facies from the Fürschlacht-Bach and the Erzherzog-Johann-Klausen and from the already well known Glemm-Bach (HAGN 1982) are described. All three localities belong to the central part of the Thiersee-Syncline.

A description and discussion of the sedimentology and microfacies of the fluxoturbidites (HAGN 1982) which have Barremian and Aptian age is given.

The name "Thiersee-Schichten" is proposed for a formation of Barremian and lower Aptian age of the Northern Calcareous Alps showing the characteristics of the Thiersee-Facies (WEIDICH 1987: 54).

Inhalt

1. Geologische Einführung	278
2. Zur Nomenklatur der Unterkreide in den Nördlichen Kalkalpen	280
3. Sedimentologie der allodapischen Kalke	283
4. Mikrofazies der allodapischen Kalke	287
5. Zusammenhang mit anderen Schüttungen aus Oberjura und Unterkreide der Thiersee- und Karwendelmulde	289
6. Herkunft der allodapischen Kalke	290
Schriftenverzeichnis	291

*) Dipl.-Geol. J. HARLOFF, Institut für Paläontologie und historische Geologie, Richard-Wagner-Straße 10, 8000 München 2. Z. Zt. Staatliches Museum für Naturkunde, Rosenstein 1, 7000 Stuttgart 1.

1. Geologische Einführung

Die Thierseemulde liegt im Süden der Lechtaldecke in den Nördlichen Kalkalpen (Tirol). Sie ist eine E–W streichende, asymmetrische und nach Norden überkippte isoklinale Mulde, deren Südflügel auf den Nordflügel überschoben ist (NAGEL et. al. 1976: 552). Ihre Schichtfolge in Bayrisch-Nordtiroler Fazies reicht im mittleren Abschnitt vom Nor bis ins Apt, stellenweise bis ins Unter-Alb (RISCH 1971: 21). Der Südflügel ist im Kern der Mulde tektonisch reduziert. Vollständige Profile durch die Unterkreide gibt es daher nur im Nordflügel.

Die Unterkreidesedimente der Thierseemulde lassen sich oberhalb der Oberalmer Schichten, durch die die Jura/Kreide-Grenze verläuft (SCHÜTZ 1975: 24 Abb. 4), noch in vier weitere Abschnitte unterteilen (zusammengestellt nach ZEIL 1956, WILMERS 1971, SCHÜTZ 1975, HAGN 1982, HERM & WEIDICH 1985, WEIDICH 1987, HARLOFF 1988):

1. Im Liegenden beginnen die insgesamt stark bioturbaten Sedimente mit einem mergeligen Abschnitt, der wegen intensiver Spezialfaltung eine große Ausstrichbreite besitzt. Er entspricht etwa dem Valangin (nach SCHÜTZ 1975). Besondere Merkmale sind häufige Rostflecken in den grünlichgrauen, dünnspittrigen Mergeln. Vereinzelt sind Feinsande eingeschaltet.

Im Südflügel folgt lokal (Raggstatt-Joch) ein kieseliges Gestein auf die Oberalmer Schichten. Die dunkelgrauen bis schwarzen, kieseligen Kalke zeigen dicke schwarze Tonbestege und sind oft stark tektonisch beansprucht.

2. Über den Mergeln liegen im Westen (Erzherzog-Johann-Klause, SCHÜTZ 1975: 113) Kalke und mergelige Kalke mit einzelnen kieseligen Bänken („Fleckenkalke“ ZEIL 1956 Profil C, SCHÜTZ 1975: 111). Im Osten (Glemm-Bach) zeigt dieser Abschnitt sandige Mergel und Sandsteine (WEIDICH 1987 Tab. 12).

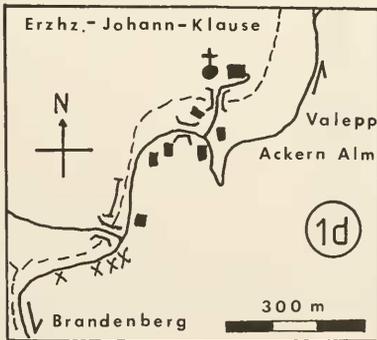
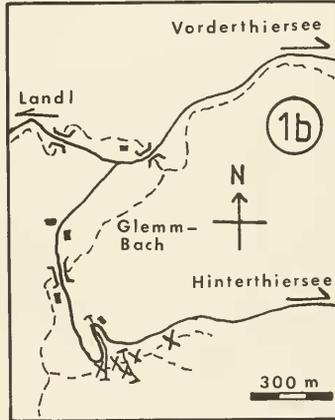
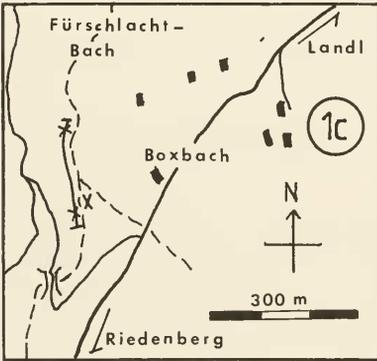
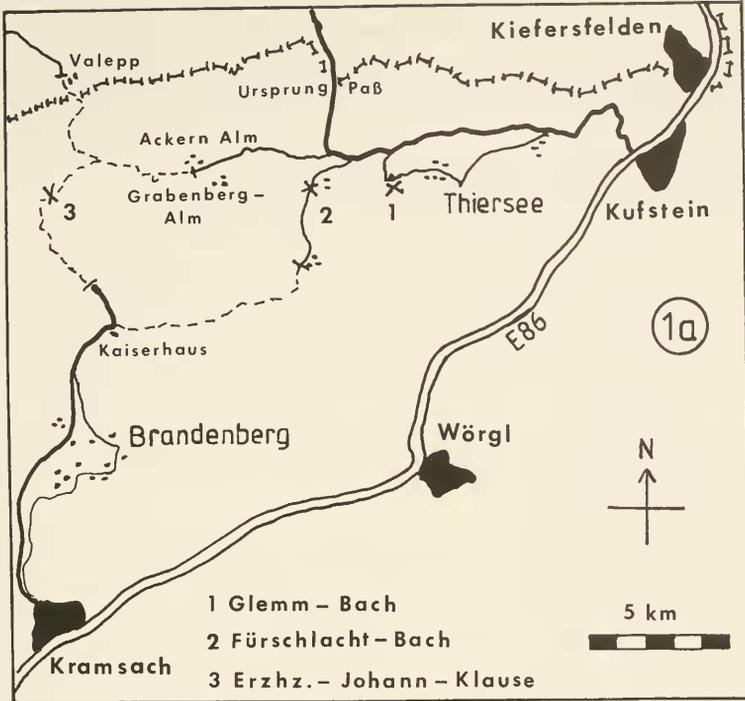
Er umfaßt an der Erzherzog-Johann-Klause das Hauterive und Teile des unteren Barrême, vielleicht auch noch Teile des Valangin und ist dort mindestens 70 m mächtig. Der sandige Teil im Glemm-Bach gehört ins Hauterive und ist mindestens 60 m mächtig (WEIDICH 1987 Tab. 12).

3. Der anschließende morphologisch teilweise auffallende Wechsel grünlichgrauer mergeliger Kalke und leicht kalkiger Mergel (WEIDICH 1987: „Kalk-Mergel-Folge“) entspricht den „Thiersee-Schichten“ (dieser Bericht). Bei den kalkreicheren Bänken, die teilweise in kleinere Zentimeterbänkchen aufsplintern, handelt es sich nach HERM & WEIDICH (1985: 36) und WEIDICH (1987: 59) um distale Ausläufer von Turbiditen. An den Lokalitäten Glemm-Bach und Fürschlacht-Bach kommen in diesem Abschnitt allodapische Kalke vor. Ein weiteres auffälliges Merkmal der Schichten ist ihr Ammonitenreichtum (SCHÜTZ 1975: 111, IMMEL 1987: 20/21).

Das Alter reicht vom Barrême (im Glemm-Bach möglicherweise vom obersten Hauterive, WEIDICH 1987: 59) bis ins unterste Apt. Die Mächtigkeit beträgt im Glemm-Bach rund 200 m.

4. Zuoberst folgen meist blaugraue, aber auch grünlichgraue sandige Tonmergel und Mergel, die bei der Erzherzog-Johann-Klause ebenfalls allodapische Kalke führen. Ein Lesestein aus dem Profil im Glemm-Bach gibt einen Hinweis darauf, daß auch dort in diesem Abschnitt allodapische Kalke vorkommen. Sein Alter ist Apt, RISCH (1971: 21) konnte örtlich auch Unter-Alb nachweisen.

Abb. 1: Lage der drei Lokalitäten in der Thierseemulde. a) Überblick. b) Glemm-Bach (nach WEIDICH 1987, verändert). c) Fürschlacht-Bach. d) Erzherzog-Johann-Klause. Durch Querbalken abgegrenzte Striche: Profile durch die Thiersee-Schichten. Kreuze: Fundpunkte allodapischer Kalke.



2. Zur Nomenklatur der Unterkreide in den Nördlichen Kalkalpen

Aufgrund der Ausbildung der Gesteine im Profil neben dem Glemm-Bach prägte WEIDICH (1987: 54) den Begriff der Thiersee-Fazies. An besonderen Merkmalen der Fazies sind zu nennen:

- Wechsel kalkreicherer und kalkärmerer Bänke,
- reiche Faunen (Ammoniten und Mikrofauna),

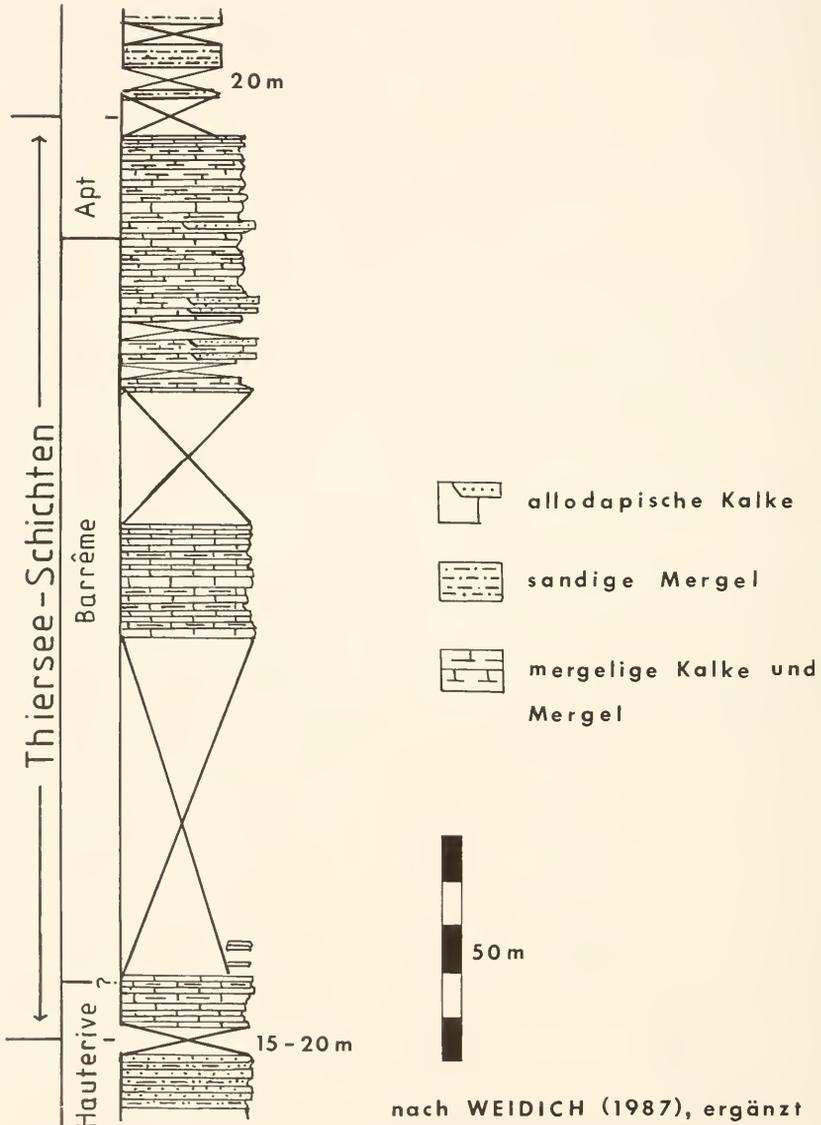


Abb. 2: Ausschnitt aus dem Profil neben dem Glemm-Bach, Typusprofil der Thiersee-Schichten.

- Vorhandensein allodapischer Kalke mit Urgon-Fauna,
- intensive Bioturbation,
- Nodosariiden-dominierte Foraminiferenfauna (WEIDICH 1987, HARLOFF 1988).

Diese Merkmale sind in der mittleren Thierseemulde im 3. Abschnitt (s. o.) der Unterkreide-sedimente entwickelt.

Jedoch sollte ein Faziesbegriff nicht lithostratigraphisch verwendet werden. Eine Fazies kann im Gegensatz zu lithostratigraphischen Einheiten an paläogeographisch weit voneinander entfernten Orten auftreten.

Daher wird hier zur Verwendung im stratigraphischen Zusammenhang der Name „Thiersee-Schichten“ für in Thiersee-Fazies ausgebildete Schichtglieder der Lechtaldecke (und ihrer tektonischen Äquivalente) mit Barrême- bis Apt-Alter vorgeschlagen.

Das Typusprofil der Thiersee-Fazies beim Glemm-Bach ist zugleich das Typusprofil der Thiersee-Schichten. Der Beschreibung bei WEIDICH (1987 Tab. 12) wird hier noch ein ergänztes Säulenprofil des entsprechenden Profiltails hinzugefügt (Abb. 2).

Das Profil wurde auch von SCHLOSSER (1893) und SAYN (1894, beide cit. nach ZEIL 1956), ZEIL (1956), WILMERS (1971), RISCH (1971), HAGN (1982), HERM & WEIDICH (1985) sowie IMMEL (1987) bearbeitet.

Der 1. und 2. Abschnitt der Unterkreidesedimente (s. o.) kann weiterhin als Schrambachschichten oder Neokom-Aptychenschichten (TOLLMANN 1976: 386, HERM & WEIDICH 1985: 31) bezeichnet werden. Der 4. Abschnitt erinnert an die Tannheimer Schichten. WEIDICH (1987: 62) sieht ihn dagegen trotz des Apt-Alters wegen des Sandgehalts als von den Roßfeldschichten beeinflusst an.

Diagnostische Merkmale der Thiersee-Schichten sind die Merkmale der Thiersee-Fazies (s. o.). Allodapische Kalke sind nicht in jedem Profil zu erwarten, sollten sich aber bei der Betrachtung eines größeren Gebietes mit entsprechenden Aufschlüssen nachweisen lassen und sind dann, zusammen mit anderen Merkmalen, diagnostisch. Zur Bearbeitung der Mikrofauna der alpinen Unterkreide ist gewöhnlich eine Vielzahl an Proben notwendig.

Die Ober- und Untergrenzen sind, da sie in Aufschlußlücken liegen, nicht genauer festzulegen. Die Merkmale „Wechsel kalkreicherer und -ärmerer Bänke“ und „reiche Fauna“ dürften zur Abgrenzung am geeignetsten sein.

Referenzlokalitäten der Thiersee-Schichten sind der Fürschlacht-Bach unterhalb Boxbach (mit einem allerdings gestörten Profil) und die Grundache südlich der Erzherzog-Johann-Klaus sowie der Fatschenbach östlich der Grundache (bei den letzteren sind alle Merkmale außer dem Vorhandensein allodapischer Kalke ausgebildet).

Die genaue geographische Verbreitung der Thiersee-Schichten ist vorläufig nicht bekannt. Sie umfaßt mindestens den mittleren Abschnitt der Thierseemulde zwischen Hinterthiersee und der Grundache (daher der Name).

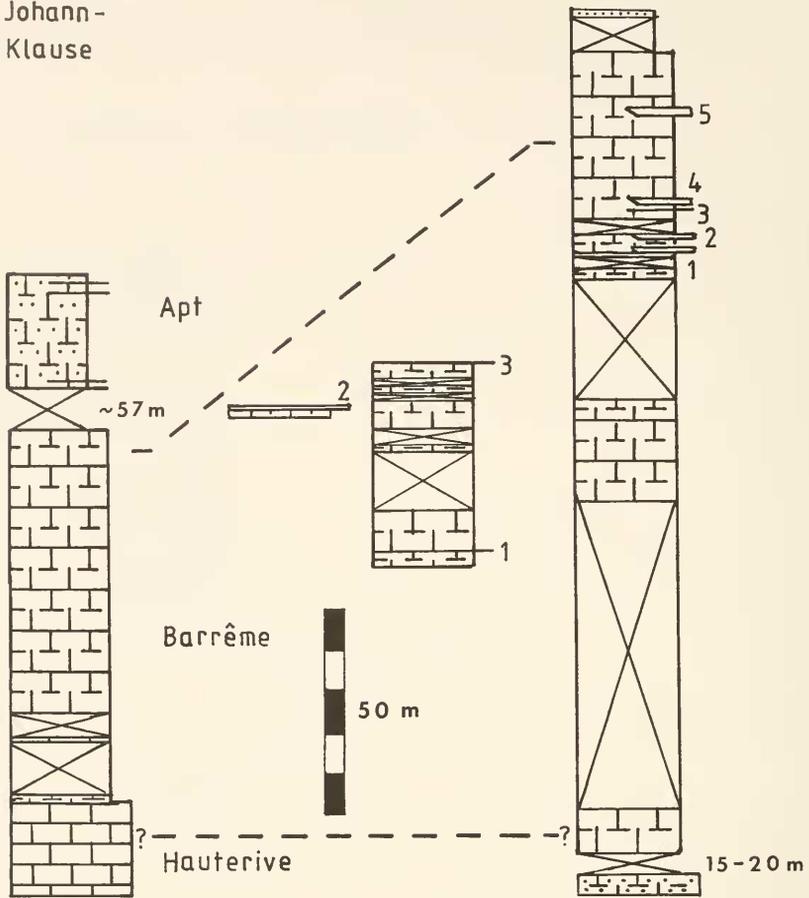
Anmerkung zur Problematik bei der Einführung neuer Schichtnamen in den nördlichen Kalkalpen.

Die Vermeidung von Unübersichtlichkeit stratigraphischer Verhältnisse fordert Zurückhaltung bei der Schaffung neuer stratigraphischer Namen. Auch ist nicht bei jedem Anlaß eine Ausbreitung aller lithologischen Termini und Einzelheiten angebracht. Andererseits lassen sich neu erkannte Sachverhalte mit alten Namen oft nicht korrekt umschreiben. (Im vorliegenden Fall sind die Merkmale der Thiersee-Schichten bei den Schrambachschichten (Def. n. TOLLMANN (1976) nicht ausgebildet.) Dieses Problem ließe sich mit der Einführung hierarchisch übergeordneter, zusammenfassender Begriffe (im Rang einer Gruppe) umgehen. Solche Begriffe fehlen bislang in der alpinen Literatur. Naturgemäß besäßen sie keine Typlokalitäten, da sich nicht synonyme Formationen (zum Beispiel Oberalmer Schichten und Malm-Aptychenschichten, wie auch Thiersee-Schichten und Schrambachschichten) gegenseitig ausschließen. (Allodapische Kalke können ja nur entweder vorhanden oder aber nicht vorhanden sein.) Dennoch ist gerade bei diesen Beispielen ein gemeinsamer Überbegriff wünschenswert.

Erzherzog-
Johann-
Klause

Fürschlacht-Bach

Glemm - Bach



mergelige Kalke
und Mergel



sandige Tonmergel
und Mergel



mergelige Kalke



sandige Mergel



allodapische Kalke

Abb. 3: Stratigraphische Stellung der allodapischen Kalke in den drei Lokalitäten. Die Nummern der Bänke entsprechen den in Abb. 4/5 und im Text aufgeführten Nummern.

3. Sedimentologie der allodapischen Kalke

Allodapische Kalke mit Urgon-Faunenelementen finden sich anstehend im Glemm-Bach (HAGN 1982) und Fürschlacht-Bach. Bei der Erzherzog-Johann-Klausen kommen Lesesteine vor.

3.1 Die Aufschlüsse

Megaskopisch handelt es sich um dunkelgraue bis schwarze, muschelig glatt bis körnig brechende Kalkarenite mit brauner Verwitterungsrinde. Bei grobkörnigen Varianten sind Orbitolinen gut herausgewittert und schon im Handstück zu erkennen (HAGN 1982: 119).

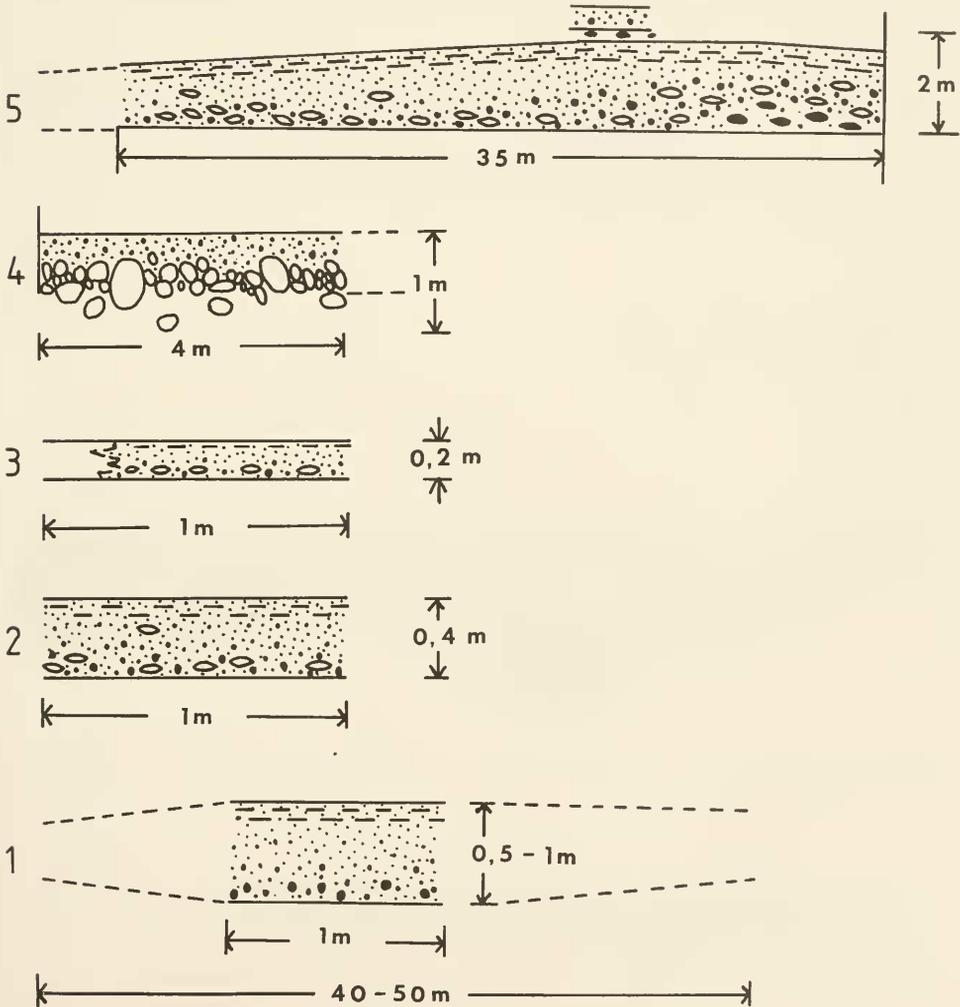


Abb. 4: Schematische Aufschlußskizzen der Bänke im Glemm-Bach. Legende vgl. Abb. 6.

Die Mehrzahl der aufgeschlossenen Bänke zeigt im Querschnitt einen typischen Aufbau. An der Basis der Bänke schwimmen Mergelfetzen (Schlammgerölle) in der Masse des allodapischen Kalkes. Die Zahl der Mergelfetzen nimmt nach oben hin ab. Die Bänke sind dergestalt gradiert, daß die untere Partie schlecht sortiert ist, während die Sortierung nach oben hin besser wird und dort grobe Korngrößen fehlen. Am Top der Bank tritt eine allerdings nur im Dünnschliff erkennbare Einregelung auf.

Schichtflächen sind derzeit nur bei einer Bank zu sehen. Sie zeigen dort keine charakteristischen Marken.

Die zweite Bank im Fürschlacht-Bach (zu den Nummern der Bänke vgl. Abb. 3–5) deckt eine Slumping-Struktur, die stellenweise einzelne locker verstreute, gut gerundete und einige Zentimeter große intraformationelle Gerölle enthält (pebbly mudstone) nach oben ab. Außerdem liegen Olistholithe eines grauen, glaukonitführenden Kalkes (vgl. 5. MF-Typ) mit einigen Zentimetern Durchmesser und ein Olistolith dunklen allodapischen Kalkes aus der Slumping-Struktur vor. Ein anderer derartiger Olistolith stammt von der Unterseite der ersten Bank im Fürschlachtbach.

Solche Gerölle treten neben anderen auch in der vierten Bank im Glemm-Bach auf. Deren Unterseite besteht aus einem groben, unsortierten, teils korngestützten Konglomerat (HAGN 1982). Einzelne Gerölle liegen auch losgelöst unter der Bank im Normalsediment. Im untersten Teil des Konglomerates dient die Normalfazies der Thiersee-Schichten als Matrix, darüber eine Mischung allodapischen Materials mit der Normalfazies. Über dem Konglomerat folgt ein unsortierter allodapischer Kalk.

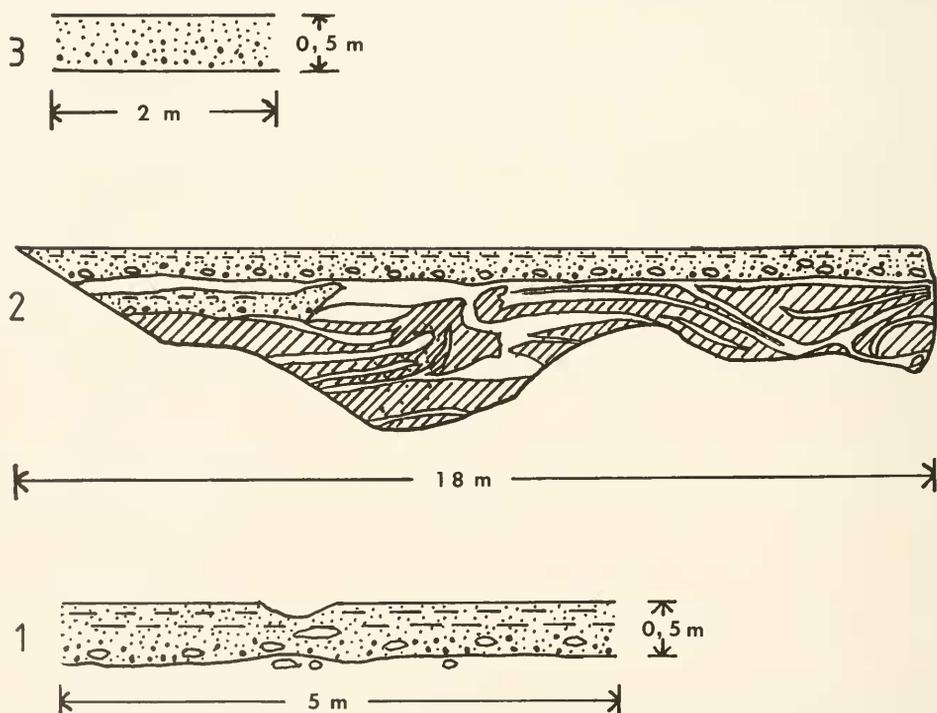
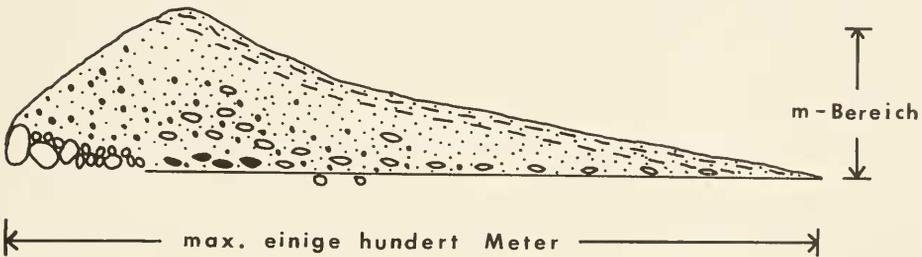


Abb. 5: Schematische Aufschlußskizzen der Bänke im Fürschlacht-Bach. Legende vgl. Abb. 6.

Die Gerölle des Konglomerates zeigen eine raue Oberfläche bei meist guter Rundung. Sie können grob in drei Gruppen unterteilt werden: Graue Kalke der pelagischen Unterkreide, schwärzliche pyritimprägnierte sowie gelbe, nicht pyritimprägnierte Kalke mit Urgon-Fauna. Gerölle kristalliner Gesteine oder älterer kalkalpiner Sedimente wurden nicht beobachtet.

Die schwärzlichen Kalkgerölle sind sicher als wiederaufgearbeitete allodapische Kalke zu verstehen. Die gelben Kalke müssen dagegen in einem anderen Diageneseumilieu entstanden sein. Sie zeigen keine diagnostischen Merkmale der hier beschriebenen allodapischen Kalke und könnten daher auch aus Flachwasserbereichen stammen.

Die Korndurchmesser werden bei den untersuchten Geröllen von den grauen über die schwärzlichen zu den gelben Kalken größer und reichen von einigen Millimetern bis mindestens zwanzig Zentimeter.



Legende zu Abb.4, Abb.5 u. Abb.6

- | | | | |
|--|---|--|-----------------|
| | Konglomerat | | Lesesteine |
| | schlecht sortiert | | pebbly mudstone |
| | feinkörnig | | kalkige Mergel |
| | eingeregelt | | Mergel |
| | Mergelfetzen | | Olistholith |
| | Schlieren allodapischen Kalkes in Mischfazies | | |

Abb. 6: Längsschnitt durch eine hypothetische Idealbank der allodapischen Kalke in der Thierseemulde.

3.2 Geometrie der Bänke

Keine der Bänke läßt sich in östlich oder westlich benachbarten Aufschlüssen wiederfinden, dagegen nimmt die Mächtigkeit zum Teil lateral ab oder die Bank keilt sogar im Aufschluß aus. Die Bänke haben also einen relativ kleinen Querschnitt. Es dürfte sich um Rinnenfüllungen handeln (HAGN 1982: 120 Fußnote), entsprechend ist eine größere Längserstreckung (in nord-südlicher Richtung) anzunehmen. Eine diskordante Auflagerung ist nicht zu beobachten.

Bringt man die skizzierten (Abb. 4/5) Bankquerschnitte in eine nach der Distalität (gekennzeichnet durch maximale und durchschnittliche Korngröße sowie Bankmächtigkeit) geordnete Reihenfolge, ergibt sich ein qualitativer, hypothetischer Längsschnitt durch eine Idealbank (Abb. 6). Sein Längenmaßstab und die -verzerrung sind natürlich unbekannt. Wenige 100 m als Maximalwert für die Länge der größten Bänke erscheinen plausibel.

Voraussetzung dieser Rekonstruktion ist die Annahme, alle Bänke hätten den gleichen Entstehungsmechanismus gehabt. Teile der Idealbank können fehlen, zum Beispiel ist die Ausbildung eines Konglomerates auch davon abhängig, ob überhaupt entsprechende Korngrößen zur Verfügung standen.

3.3 Vorstellungen zur Entstehung einer Bank

Die Sedimentation begann nach einer unbekanntem Transportweite (unterwegs wurden die Olistholithe aufgenommen) mit einem Konglomerat, über dem sich ein zunächst noch unsortiertes Gestein ablagerte. (Einzelne Gerölle blieben erst später an der Basis liegen. Sie sanken dann infolge ihres höheren spezifischen Gewichtes als Olistholithe in den unterlagernden halbverfestigten Schlamm ein.)

Daraufhin begann sich der Sandstrom mit dem weichen, mergeligen Untergrund zu vermischen, gleichzeitig entwickelte sich die Gradierung und Sortierung immer besser.

Wegen der Gradierung blieben die gröberen Korngrößen zuerst zurück, die durchschnittliche Korngröße wurde dadurch nach und nach kleiner, gleichzeitig nahm die Bankmächtigkeit ab.

Bis zum Schluß vermischte sich immer neues, feinkörnigeres Material mit dem Untergrund, von dem es Mergelfetzen losriß. Dabei wurde es abgebremst und folglich von höheren Lagen des Sandstroms überholt, die sich nun ihrerseits mit dem Boden vermischten. So entstand eine Struktur, die an eine Zerschering erinnert. Diese Vorstellung impliziert laminares Fließen während der Ablagerung.

Mindestens an der Basis entsprach das Verhalten der Sedimentmasse also einem debris flow, bzw. einem Fluxoturbidit (HAGN 1982).

3.4 Anordnung in der Thierseemulde

Vom Glenn-Bach über den Fürschlacht-Bach zur Erzherzog-Johann-Klausen nimmt die Distalität der Schüttungen zu, da das Material in dieser Reihenfolge allgemein feinkörniger und die Bankmächtigkeit geringer wird. Ein Transport von Osten durch alle drei Lokalitäten nach Westen ist jedoch schon wegen der Dimensionen der Bänke unwahrscheinlich. Die Beobachtungen lassen sich mit der Vorstellung eines grob E-W verlaufenden ehemaligen Plattformrandes, der im Osten etwas näher an die Thierseemulde reichte als im Westen, erklären. Die drei Lokalitäten lagen demnach jeweils im Bereich verschiedener, den Abhang hinabführender Kanäle.

Innerhalb einer Lokalität verteilen sich die Bänke über ein größeres Gebiet. Also verlagerten sich die Kanäle im Lauf der Zeit oder liefen divergierend auseinander. Der Anteil der Schüttungen am Gesamtsediment ist zu gering, als daß man von einem submarinen Schuttfächer sprechen könnte.

3.5 Ablagerungsbedingungen der Thiersee-Fazies

Die Nodosariiden-dominierte Foraminiferenfauna und die reiche Ammonitenfauna der Thiersee-Fazies deuten auf Tiefenlagen, die einem Schelf entsprechen, hin (WEIDICH 1987: 459). Auch die sparitische Zementation (vgl. Mikrofazies), die Sedimentation in Kanälen, das Vorkommen von Mergelfetzen (= Schlammgeröllen), die Einregelung im oberen Bereich und die einem „coarse-tail-grading“ ähnliche Art der Gradierung sprechen nach den Proximalitätskriterien für Kalkturbidite von STEIGER (1981: 306) für eine proximale Ablagerung dieser Schüttungen.

Grobe Brekzien mit älteren Gesteinen, wie sie bei Kontinentalrändern oder unterhalb steiler Abstürze auftreten, sind nicht zu beobachten. Auch die Entstehung und der Transport einzelner Olistholithe verlangt jedoch eine größere Hangneigung, wie sie an den Seitenrändern der Rinnen örtlich bestanden haben mag.

Bemerkenswert ist die meist gute Rundung auch der Olistholithe aus wiederaufgearbeiteten allodapischen Kalken, die wohl nicht weit transportiert wurden. Die Bänke allodapischen Kalkes wurden also wahrscheinlich nicht erst von einem der folgenden Fluxoturbidite zerlegt. Vielmehr „sammelte“ dieser die bereits losgebrochenen Gerölle nur auf. Da einige Gerölle des Konglomerates selber wieder kleinere Gerölle enthalten, muß sich dieser Vorgang wiederholt abgespielt haben. Das setzt eine wiederholte Bildung steiler Ausbisse durch synsedimentäre Störungen, Hanggleiten oder Übertiefung der Kanäle voraus.

4. Mikrofazies der allodapischen Kalke

Die Unterscheidung der ersten drei der im folgenden beschriebenen Mikrofaziestypen beruht auf den Effekten von Gradierung und Sortierung sowie Vermischung mit pelagischem Material innerhalb einer Bank. Der 4. MF-Typ besitzt eine andere Mikrofauna, der 5. Typ tritt nur in Olistholithen auf. Unter 6. wird über ein bemerkenswertes Geröll des Konglomerates im Glemm-Bach berichtet.

Die aufgeführten Schriffe sind unter den angegebenen Nummern mit den Zusätzen G ... a/88 in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie einzusehen.

1. Typ (Bio-Wackestone, 4645, 4646, 4685–4688, 4701, 4702, 4704, 4705, vgl. Tafel 1 Abb. 1)

Der Typ ist gegen die anderen abgrenzbar durch eine mikritische oder pseudosparitische Matrix, ein offenes Gefüge, einen Quarzkorngehalt größer 3 %, einen Anteil scharfkantigen Detritus an allen Komponenten größer/gleich 50 %, das Fehlen einer Einregelung oder Sortierung und das Auftreten planktonischer Organismen (Radiolarien, Ammonitenbruch, *Hedbergella* sp.) sowie von Schwammnadeln zusätzlich zum allodapischen Material.

Er entstand durch intensive Durchmischung des allodapischen Materials mit pelagischem Schlick und tritt im untersten Abschnitt der Bänke sowie in einem Teil der aufgenommenen Mergelfetzen auf. Auch einige Gerölle des Konglomerates im Glemm-Bach zeigen diese Fazies.

2. Typ (Bio-Grainstone, 4648–4657, 4711–4735, vgl. Tafel 1 Abb. 6)

Kennzeichnend sind gute Sortierung und Einregelung, ein dicht gepacktes Gefüge und ein Quarzkorngehalt größer/gleich 1%. Größere Biogene fehlen. Als Matrix dient ein feinkörniger gelblicher Blockzement mit Kornvergrößerung im Zentrum der Poren (drusiger Calcit). Distale Proben zeigen Mergelfetzen, eventuell auch Ammonitenbruch, Ammonitensteinkerne und Belemnitenrostren.

Der Typ tritt am Top und im distalen Bereich der Bänke auf, ein Olistolith von der Unterseite der 1. Bank im Fürschlacht-Bach besitzt eine ähnliche Fazies.

3. Typ (Bio-Grainstone bis Bio-Rudstone, 4647, 4658–4679, 4689–4700, 4709, vgl. Tafel 1 Abb. 2).

Merkmale dieses Typs sind ein Quarzkorngehalt kleiner 1%, schlechte Sortierung, dadurch bedingt Auftreten größerer Biogene und Bioklasten (höhere Organismendiversität), fehlende Einregelung sowie Häufigkeit von Pelsparit-Intraklasten und Mergelfetzen. Die Matrix ist wie beim 2. Typ ausgebildet.

Der 3. Typ kommt im proximaleren Teil einer Bank zwischen dem 1. und 2. Typ vor. Auch die dunklen Gerölle im Konglomerat des Glemm-Bachs zeigen diese Fazies.

An biogenen Komponenten des 1. bis 3. MF-Typs wurden beobachtet:

Foraminiferen:

Ammodiscidae, Hormosinidae, Lituolidae (u. a. auch Placopsilinae), Textulariidae, Orbitolinidae (u. a. *Palorbitolina lenticularis* [BLUMENBACH], *Palaeodictyoconus arabicus* [HENSON], Miliolidae, Nubeculariidae, Nodosariidae, *Trocholina* sp., *Bullopore* sp., *Ammolagena* sp.

Algen:

Boueina cf. *hochstetteri* TOULA, *Archaeolithothamnium rude* LEMOINE, *Pseudolithothamnium album* PFENDER.

Außerdem Echinodermenreste (u. a. Seeigelstacheln, Holothuriensklerite), Ostracoden, Gastropoden, Bryozoenreste, Korallenreste, Rudistenbruchstücke, Kalkschwämme, Serpeln, Schalenbruch punctater und impunctater Brachiopoden, Muschelschalen mit unterschiedlichen Feinstrukturen, Holzreste von Koniferen sowie die Problematica *Tubiphytes*, *Bacinella*, *Thaumatoporella* und *Koskinobullina socialis* CHERCHI & SCHROEDER.

Abiogene Komponenten sind:

Karbonatpartikel: Aggregatkörner, Peloiden, Pelsparit-Intraklasten, Ooide.

Schwerminerale: Vor allem schlecht gerundeter Quarz und Chromspinell, selten auch verschiedene Glimmer, albitreicher Plagioklas, Amphibole, Glaukonit.

Im übrigen sind eine unterschiedlich starke Pyritimprägation und Ansätze zu einer Verkiehlung zu erkennen. Auch treten Drucklösungssutturen und selten Lösungshohlräume auf.

Interpretation der Komponenten:

Die meisten genannten Komponenten zeigen Mikritrinden und kommen aus dem flachen Subtidal der anzunehmenden Karbonatplattform. Pelsparit-Intraklasten zeigen gelegentliche Wiederaufarbeitung an. Die Schwerminerale müssen dagegen von einem kristallinen Hinterland stammen.

Bei den Orbitolinidae können grob zwei Populationen unterschieden werden, von denen eine vor allem Quarz und Chromspinell agglutinierte und gewöhnlich stark abgerollt ist, während die andere vor allem Radiolarien und Schwammnadeln agglutinierte (HAGN 1982). Vertreter der zweiten Population zeigen meist noch Marginal- und Radialzone.

Demnach stammen die beiden Populationen aus Bereichen unterschiedlicher Substratzusammensetzung, wobei das quarzreiche Substrat weiter vom jeweiligen Abrißpunkt der allodapischen Kalke entfernt gelegen hätte. Gegen eine Erklärung mit selektivem Agglutinationsverhalten bei Orbitoliniden spricht das Vorhandensein von Übergangsformen zwischen beiden Populationen.

4. Typ (Grainstone, 4640–4644)

Dieser Typ besitzt sehr wenige Schwermineralien. Mikritische Karbonatpartikel bilden die Hauptmasse des Gesteins. Dominierende Biogene sind Echinodermenreste, untergeordnet kommen auch Hormosinidae, Textulariidae, Nodosariidae, *Lenticulina* sp. und Radiolarien vor. Außerdem treten Lithoklasten auf.

Die Matrix ist reliktwiesig sparitisch. Durch eine vor allem im feinkörnigen Bereich verbreitete Verkieselung entsteht ein leicht wiederzuerkennendes Gefüge, bei dem helle Quarzlinien die Umrisse von gelblich-bräunlich durchscheinenden Klasten und Foraminiferen nachzeichnen.

Allodapische Kalke mit dieser Fazies wurden im Fürschlacht-Bach (3. Bank) und im 3. großen Bach östlich der Grabenberg-Alm (vgl. Abb. 1 a) gefunden. Es dürfte sich um die Gesteine handeln, die ZEIL (1956) in diesem Gebiet untersuchte.

5. Typ (Wackestone, 4680–4682, vgl. Tafel 1 Abb. 4)

Hellgraue muschelig brechende glaukonitführende Kalke treten als Olistholithe im Barréme des Glemm-Bachs und Fürschlacht-Bachs auf. Sie enthalten Schwammnadeln, Ostracoden, Radiolarien, zahlreiche *Hedbergella* sp. sowie feinen Detritus und Echinodermenreste. Außerdem kommen vielfach *Lenticulina* sp. und *Nodosaria* sp. sowie Ammonitenbruch und -brut neben großen dickwandigen, nicht skulptierten planktonischen Foraminiferen vor. Ammonitensteinkerne aus biogenärmerem Material belegen Umlagerungen.

Die Gesteine dürften am Hang oberhalb der allodapischen Kalke abgelagert worden sein.

6. Interessant ist ein rundum angebohrtes Geröll im Konglomerat des Glemm-Bachs. Die Bohrlöcher stammen hauptsächlich von clioniden Schwämmen. Ein Loch könnte aber auch von einer Muschel verursacht worden sein. Wie ein Dünnschliff (4710) zeigte, sind die Löcher mit der Matrix des Konglomerates verfüllt, waren also vor dem Transport offen, und zeigen innen Bewuchs durch sessile Foraminiferen (vgl. Tafel 1 Abb. 3).

Mikrofaziell entspricht das angebohrte Gestein einem bioturbaten Mikrit mit Radiolarien, Schwammnadeln und Ostracoden, feinem Detritus sowie Quarzkörnern und ähnelt stark den Schrambachschichten.

Eine allseitige Anbohrung erfordert ein Anstehen bereits verfestigter Gesteine, von denen Gerölle losbrachen, sowie einen Wendemechanismus.

Nach dem Lebensraum bohrender Bivalven und Clioniden (BROMLEY 1970: 64, 76) und dem Epökenbewuchs zu schließen, könnte dieses Geröll aus dem Flachwasserbereich (bis hundert Meter Tiefe) stammen.

Bathymetrische Anordnung der Liefergebiete (v. unten n. oben): A) Thiersee-Fazies, B) Liefergebiet des 5. Typs, C) Liefergebiet des 4. Typs, D) Urgon-Fazies (1.–3. Typ), E) kristallines Hinterland.

5. Zusammenhang mit anderen Schüttungen aus Oberjura und Unterkreide der Thiersee- und Karwendelmulde

Megaskopisch den beschriebenen allodapischen Kalken ähnliche Kalkbänke in den Neokom-Mergeln der Karwendelmulde fand schon TRUSHEIM (1930: 50). Aus den Neokom-Mergeln des Ampelsbach-Profiles (westliche Thierseemulde) beschreibt SAMAN (1972: 11) eine 30 cm mächtige seitlich auskeilende crinoidenreichen Kalkbank (= allodapischer Kalk?).

Eine genaue Darstellung der Barmsteinkalke (Tithon) und der Quarzsandsteine (tiefere Unterkreide) der Karwendelmulde und der Thierseemulde gibt SCHÜTZ (1975).

Den Vorkommen im Plumbsbach-Profil (Vorkarwendel, SCHÜTZ 1975: 118–120) vergleichbare quarzreiche Feinsandsteine mit mikritischen Karbonatpartikeln sind auch bei Hinterriß im Leckbachgraben und oberhalb des Fahrweges zur Vordersbacher Au sowie westlich des Thier-Sees unterhalb des Gehöftes Linder zu finden. Ein entsprechender Lesestein, der bemerkenswerterweise auch einen Rudistenrest enthält (vgl. Tafel 1 Abb. 5), stammt aus dem Glemm-Bach-Profil.

Diese Sandsteine kommen vor allem an der Basis der Neokommargel vor, an der sie einsetzen (SCHÜTZ 1975: 120). Sie sind also älter als die allodapischen Kalke mit Urgon-Fauna. Der Schwermineralbestand der Sandsteine ist auf den ersten Blick ähnlich wie bei den allodapischen Kalken, jedoch müßten genauere Untersuchungen folgen.

Ein Zusammenhang mit den Barmsteinkalken ist offen. Einerseits ist die grobe geographische Korrelation zwischen den Vorkommen von Barmsteinkalken in der Thierseemulde und denen der hier diskutierten allodapischen Kalke auffällig (HAGN 1982: 126), auch ist die sedimentologische Ausbildung in mancher Hinsicht ähnlich. Andererseits zeigen die Barmsteinkalke keine Kristallinkomponenten.

Es ist bislang unklar, welche Vorgänge diese Abfolge karbonatischer, karbonatarmer und wieder karbonatdominierter Schüttungen hervorriefen. Die Existenz eines einzigen zeitlich durchgehenden Hochgebietes ist daher noch fraglich.

6. Herkunft der allodapischen Kalke

In der Literatur ist die Schüttungsrichtung der allodapischen Kalke, ob von Norden nach Süden oder umgekehrt, bislang strittig. Entsprechendes gilt für die Position des Flachwasserbereichs mit Urgon-Fazies im alpinen Orogen.

HAGN (1982: 127) diskutiert den Wamberger Sattel oder ein südlich gelegenes Liefergebiet. WEIDICH (1984: 538/539) sowie DECKER, FAUPL & MÜLLER (1987: 128) nehmen eine Schüttung von Süden an. TOLLMANN (1987: 71) hält dagegen eine Herkunft von Norden (Ultrapienidischer Rücken) für wahrscheinlicher als einen kalkalpinen Ursprung der Urgon-Fazies.

Die wichtigsten Argumente sind:

1. Das Vorkommen von Quarz und Chromspinell schließt eine Lage der Plattform inmitten des Kalkalpins aus. Nach POBER & FAUPL (1988: 650/665) sind die besonders Cr-reichen Spinelle möglicherweise von Harzburgiten der Vardar-Zone (d. h. von Süden) abzuleiten.
2. Wegen der tektonischen Reduktion des Südflügels der Thierseemulde ist die Existenz/Nicht-Existenz allodapischer Kalke im Südflügel nicht nachzuweisen. Daher ist das Argument, der Südflügel der Mulde enthalte keine allodapischen Kalke, also müsse der Transport von Norden her erfolgt sein, nicht stichhaltig (WEIDICH 1984: 548).

3. Nach SCHÜTZ (1975: 144) wurden die Barmsteinkalke in der Thiersee- und Karwendelmulde von Süden nach Norden geschüttet. Ein Analogieschluß hierzu ist nicht ohne weiteres weiskräftig, da es sich möglicherweise um getrennte Entwicklungen handelt.
4. Die von TOLLMANN (1987: 71) angeführten Vergleiche mit den Karpaten und der Schweiz sprechen zwar für das Vorhandensein einer Urgon-Fazies auf dem ultrapienidischen Rücken (deren Existenz hier nicht angezweifelt wird), schließen das Vorhandensein einer weiteren Schwelle jedoch keineswegs aus.
5. Die Fauna der Thiersee-Schichten gibt einen Hinweis, weil sie nach WEIDICH (1987: 479/480) als einzige der kalkalpinen Unterkreidefaunen Tiefenlagen, die einem Schelf entsprechen, zuzuordnen ist. Da die Faunen der anderen (auch der nördlicheren) Einheiten tiefer einzuordnen sind, scheint ein von Süden nach Norden gerichtetes Gefälle bestanden zu haben.
6. Das von WEIDICH (1984) angeführte Argument, bei einer Schüttung von Norden müßten auch in gleichalten Schichten der Allgäudecke und der nördlichen Lechtaldecke sogar noch proximalere allodapische Kalke zu finden sein, leuchtet ein.

Solange keine derartigen Vorkommen nachgewiesen sind, gilt der Südrand der nördlichen Kalkalpen mit dem Tirolikum als Position der Urgon-Plattform, von der die besprochenen allodapischen Kalke stammen.

Danksagung

An dieser Stelle sei ganz besonders Herrn Prof. Dr. Hagn für die freundliche Anregung und Betreuung der Diplomarbeit, auf deren Ergebnissen die vorliegende Arbeit beruht, für Kritik und die Durchsicht des Manuskriptes gedankt.

Auch den Herren Dr. Steiger und Dr. Weidich danke ich für nützliche Kritik und Diskussionen.

Herrn Dr. Moussavian sei für die Bestimmung der Rotalgen sowie den Herren Prof. Dr. Jung und Dipl.-Geol. Schlagintweit für weitere Bestimmungshilfen gedankt. Herrn F. Höck schulde ich Dank für die Erledigung von Fotoarbeiten und zahlreichen weiteren Mitarbeitern des Instituts für nützliche Hinweise.

Dem Forstamt Kramsach sei für die Fahrerlaubnis zur Erzherzog-Johann-Klause gedankt.

Schriftenverzeichnis

- BROMLEY, R. G. (1970): Borings as trace fossils and *Entobia cretacea* PORTLOCK as an example. — In: CRIMES, T. P. & HARPER, J. C. (Eds.): Trace fossils, 49–90, 4 Abb., 5 Taf.; Liverpool.
- COOK, H. E. & MULLINS, H. T. (1983): Basin Margin. — In: SCHOLLE, P. A., BEBOUT, D. G. & MOORE, C. H. (Eds.): Carbonate Depositional Environments. — AAPG Mem. 33, 539–618, 135 Abb., 1 Tab.; Tulsa.
- DECKER, K., FAUPL, P. & MÜLLER, A. (1987): Synorogenic sedimentation on the Northern Calcareous Alps during the Early Cretaceous. — In: FLÜGEL, H. W. & FAUPL, P. (Eds.): Geodynamics of the Eastern Alps, 128–141, 7 Abb., 2 Tab.; Wien.
- HAGN, H. (1982): Neue Beobachtungen in der Unterkreide der Nördlichen Kalkalpen (Thierseer Mulde SE Landl, Kalkalpine Randschuppe SW Bad Wiessee). — Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 22: 117–135, 4 Abb., Taf. 13–15; München
- HARLOFF, J. (1988): Geologisch-Paläontologische Untersuchungen in der Thierseemulde im Gebiet der Erzherzog-Johann-Klause. — Unveröff. Dipl.-Arb. LMU, 116 S., 32 Abb., 14 Taf., 1 geol. Karte, 1 Profil; München
- HERM, D. & WEIDICH, K. F. (1985): Unterkreide in der Thiersee-Mulde. — Exkursionsführer zur 55. Jahrestagung der Paläontologischen Gesellschaft, Exkursionen B 2, Stop 10, S. 30–38, Abb. 5 und 6.
- IMMEL, H. (1987): Die Kreid ammoniten der Nördlichen Kalkalpen. — Zitteliana, 15: 3–163, 5 Abb., 19 Tab., 14 Taf.; München.

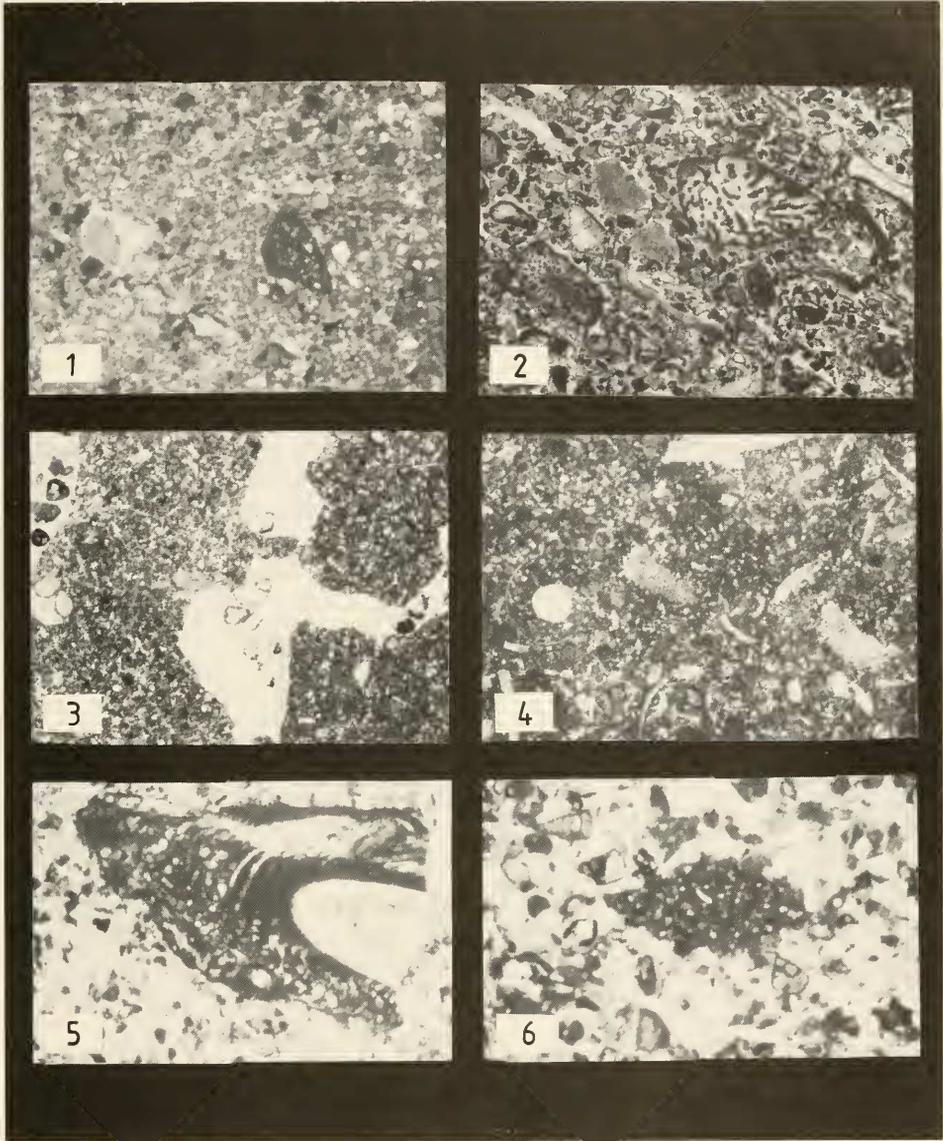
- NAGEL, K. H. et. al. (1976): Die geodynamische Entwicklung der Thiersee- und der Karwendelmulde (Nördliche Kalkalpen). – Geol. Rdsch., 65: 536–557, 12 Abb.; Stuttgart.
- POBER, E. & FAUPL, P. (1988): The chemistry of detrital chromian spinels and its implications for the geodynamic evolution of the Eastern Alps. – Geol. Rdsch., 77/3: 641–670, 16 Abb., 1 Taf.; Stuttgart.
- RISCH, H. (1971): Stratigraphie der höheren Unterkreide der Bayerischen Kalkalpen mit Hilfe von Mikrofossilien. – Palaeontographica, A, 138: 1–80, 8 Abb., 4 Tab., 8 Taf.; Stuttgart.
- SAMAN, J. (1972): Mikrostratigraphische Untersuchungen im Neokom der Thiersee-Mulde. – Diss. an der Univ. Innsbruck, 57 S., 12 Beil., Innsbruck (Manuskript).
- SCHÜTZ, K.-I. (1975): Die Aptychenschichten der Thiersee- und der Karwendelmulde (Nordtirol). – Diss. an der TU Berlin, 183 S., 65 Abb., 2 Taf.; Berlin.
- STEIGER, T. (1981): Kalkturbidite im Oberjura der Nördlichen Kalkalpen (Barmsteinkalke, Salzburg, Österreich). – Facies, 4: 215–348, 56 Abb., Taf. 12–24; Erlangen.
- STOW, D. A. V. (1986): Deep Clastic Seas. – In: READING, H. G. (Ed.): Sedimentary Environments and Facies, 399–444, 45 Abb., 3 Tab.; Oxford (Blackwell).
- TOLLMANN, A. (1976): Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. – 580 S., 256 Abb., 3 Taf.; Wien (Deuticke).
- TOLLMANN, A. (1987): Neue Wege in der Ostalpengeologie und die Beziehungen zum Ostmediterrän. – Mitt. Österr. Geol. Ges., 80: 47–114, 11 Abb., 1 Tab., 1 Falttaf.; Wien.
- TRUSHEIM, F. (1930): Die Mittenwalder Karwendelmulde. Beiträge zur Lithogenese und Tektonik der Nördlichen Kalkalpen. – Wiss. Veröff. D. u. Oe. A. V., 7, 69 S., 8 Taf., 3 Profile, 1 Faltkarte; Innsbruck.
- WEIDICH, K. F. (1984): Über die Beziehungen des „Cenomans“ zur Gosau in den Nördlichen Kalkalpen und ihre Auswirkungen auf die paläogeographischen und tektonischen Vorstellungen. – Geol. Rundschau, 73/2: 517–566, 11 Abb.; Stuttgart.
- WEIDICH, K. F. (1987): Die kalkalpine Unterkreide und ihre Foraminiferenfauna. – 522 S., 30 Abb., 31 Tab., 62 Taf., Habilitationsschrift der Fakultät für Geowissenschaften der LMU München.
- WILMERS, W. (1971): Geologie der Mulde von Thiersee zwischen Landl und Kufstein in Tirol (Nördliche Kalkalpen). – Diss. an der TU Berlin, 75 S., 15 Taf.; Berlin.
- ZEIL, W. (1956): Zur Kenntnis der höheren Unterkreide in den Bayerischen Kalkalpen. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 103: 375–412, 8 Abb., Taf. 17–19; Stuttgart.

Tafelerläuterungen

Tafel 1

- Abb. 1: 1. MF-Typ. Quarzreiche Mischung von Flachwassermaterial (hier: eine abgerollte Orbitoline) mit dem Beckensediment.
- Abb. 2: 3. MF-Typ. Im schlecht sortierten Sediment tritt kaum Quarz auf.
- Abb. 3: Ein angebohrtes Geröll aus dem Konglomerat im Glemm-Bach zeigt dieselbe Mikrofazies wie die Schrambachschichten. In der Mitte des linken Bildrandes und einer weiteren Stelle sind sessile Foraminiferen zu erkennen.
- Abb. 4: 5. MF-Typ. Planktonische Organismen treten zusammen mit Echinodermenresten auf.
- Abb. 5: Rudistenbruchstück in einem sonst nahezu biogenfreien Feinsandstein. Lesestein aus dem Glemm-Bach. Alter wahrscheinlich tiefere Unterkreide.
- Abb. 6: 2. MF-Typ. Distale Probe des feinkörnigen, gut sortierten Abschnitts einer Bank mit einem Mergelsetzen (Schlammgeröll), der vom Liegenden losgerissen wurde.

Die horizontale Breite der Abbildungen entspricht jeweils 1 cm (Abb. 1, 3–6) bzw. 1,5 cm (Abb. 2) in Natur.



HARLOFF, J.: Allodapische Kalke

Tafel 1